

СОСТАВ И ВОЗРАСТ УРАНИНИТА ИЗ ГРАНИТОИДОВ ФУНДАМЕНТА ШАИМСКОГО РАЙОНА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Ю. В. Ерохин, В. В. Хиллер, К. С. Иванов, В. С. Пономарев

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург,
erokhin-yu@yandex.ru*

В пределах Шаимского нефтегазоносного района на территории «гранито-сланцевой оси» (Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория) отмечается ряд гранитных плутонов, округлой или, чаще, овальной формы размером до 30×17 км. Гранитоиды и их метаморфическое обрамление вскрыты многочисленными скважинами на нескольких площадях. Большая часть кислых плутонов даже не выходит на предюрский эрозионный уровень, и они установлены различными геофизическими методами. Позднепалеозойский, раннепермский возраст гранитоидов из «гранито-сланцевой оси» устанавливается в скв. Восточно-Окуневская 10484 (глубина 1601 м) – 279±7 млн лет (K-Ar метод), 284.7±5.4 млн лет (Rb-Sr метод). По формационной принадлежности данные гранитоиды (по геологическим, минералогическим и геохимическим данным) близки к монцодиорит-гранитным сериям Уральского складчатого пояса [Иванов и др., 2007]. Немногим более древние возраста дали цирконы из краевых гранитоидов этого же плутона (скважина Окуневская 10486, глубина 1734 м), для них было получено U-Pb датирование методом SHRIMP в пределах верхнего карбона (301.6±3.6 млн лет) [Иванов и др., 2008].

В этих же гранитоидах нами был обнаружен уранинит в ассоциации с другими акцессорными минералами – цирконом, торитом, монацитом, титанитом, редкоземельным карбонатом (ближе не установленным) и апатитом. Сами породы сложены массивными граносиенитами, состоящими из калиевого полевого шпата (микроклина), кислого плагиоклаза (альбит-олигоклаз), слюды (аннит-флогопит), амфибола (железистый эденит) и кварца. Кроме акцессорных минералов, отмечается обильная сульфидная вкрапленность представленная пиритом, халькопиритом и сфалеритом.

Уранинит образует мелкие изометричные округлые зерна размером до 20 мкм в матрице слюды и в редких случаях отмечается на контакте с крупными индивидами титанита. В отраженных электронах отличается самой светлой окраской по сравнению с другими минералами. Никаких следов зональности или вторичных изменений в уранините не наблюдается. Без анализатора зерна непрозрачны и вокруг них отмечаются плеохроичные дворики, хорошо выраженные на коричневом фоне слюды. Контакт между индивидами уранинита и лейстами биотита резкие и четкие, сама слюда вторичным изменениям также не подвергалась.

Анализ уранинита выполнялся на электронно-зондовом микроанализаторе SX-100 фирмы Cameca (лаборатория ФХМИ, ИГГ УрО РАН). Условия измерения: давление в камере образцов 6×10^{-4} Па, накал нити катода (Heat) 205, ускоряющее напряжение – 15 кВ, сила тока 250 нА. Вследствие высоких концентраций U, Th и Pb в уранините, сила тока и время считывания сигнала может быть относительно низкими по сравнению с монацитом. Локальное разрешение было высоким, размер пучка электронов на образце 2 мкм в диаметре. В качестве эталонов использовались следующие стандарты: металлический торий, уранинит, циркон, ксенотим, монацит-(Ce), монацит-(La), $Pb_2P_2O_7$ и $Ca_2P_2O_7$. M_β линия была использована для U (LPET кристалл) и M_α линии для Pb и Th (LPET и PET кристаллы соответственно). Для Y и Zr выбраны L_α линии на TAP, а L_α линии Ce, La и Hf измерялись на LIF. Для Si, Ca, P и Fe, K_α линии были измерены на TAP, LPET, PET и LIF соответственно. Время набора импульсов на пиках аналитических линий в два раза больше, чем для импульсов фона с двух сторон от пика состав-

ляли 60 с для U, Th и Pb, 20 с для Y, Zr, Ce, La и Zr и 10 с для Si, Ca, P, Fe. Рассчитанные пределы обнаружения составляют 410 ppm для U, 498 ppm для Th, 204 ppm для Pb, 216 ppm для Y, 413 ppm для Fe, 92 ppm для Si, 118 ppm для Ca, 265 ppm для Zr, 960 ppm для La, 887 ppm для Ce. Стандартное отклонение (мас. %) колеблется от 0.74 до 0.91 для U; от 0.15 до 0.27 для Th; 0.04 для Pb; 0.02 для Y; от 0.04 до 0.05 для Fe; от 0.01 до 0.02 для Si; 0.01 для Ca; от 0.02 до 0.03 для Zr; от 0.08 до 0.09 для La; от 0.09 до 0.13 для Ce.

Полученные составы уранинита приведены в таблице. По этим данным минерал отличается высокими содержаниями тория (ThO_2 варьирует от 7 до 16 мас. %), свинца (PbO до 3.3 мас. %) и церия (Ce_2O_3 до 3.6 мас. %). Кроме того, наблюдаются небольшие примеси циркония, иттрия, лантана, гафния, железа и кремния. Сумма анализов обычно не превышает 93–94 %, что позволяет говорить о возможном присутствии в минерале шестивалентного урана и воды. Это подтверждается тем, что общий спектр, прописанный по зернам уранинита, никаких других элементов не показывает, кроме уже приведенных в таблице. Большая часть литературных источников [Evins et al., 2004; Kempe, 2003 и др.], также приводит составы уранинитов в сумме от 93 % до 98 %, что объясняется ими различными факторами (большое количество вакансий, присутствие элементов, не включенных в анализ, погрешность стандартизации и т.д.).

Таблица

Химический состав (в мас. %) и возраст уранинита из граносиенита (Ок10486/1734)

NN	1	2	3	4	5
ZrO_2	0.80	0.93	1.21	–	1.13
Y_2O_3	1.00	1.07	0.99	1.10	0.97
HfO_2	–	0.04	–	–	0.03
La_2O_3	0.41	0.47	0.45	0.14	0.47
Ce_2O_3	3.36	3.53	3.62	1.44	3.59
PbO	3.11	3.10	2.86	3.30	2.90
ThO_2	9.62	7.20	15.08	8.22	16.04
UO_2	74.57	74.73	66.47	77.53	67.52
FeO	0.62	0.63	0.85	1.01	0.46
SiO_2	0.07	0.12	0.26	0.18	0.08
Total	93.90	92.22	92.15	93.28	93.51
Age (Ma)	294	295	295	302	294
Age err	8	8	8	8	8

Примечание: анализы сделаны на Cameca SX-100 (ИГГ УрО РАН, аналитик В.В. Хиллер).

Химическое датирование уранинита является первым методом абсолютного возраста, который разработал для геологии в 1911 году А. Холмс [Kempe, 2003]. С тех пор до нашего времени, он успешно применяется для датирования гидротермальных урановых месторождений. На данный момент химический метод испытывает свой ренессанс в связи с появлением современных микроанализаторов со встроенными программами расчета возраста. Это позволяет получать датировки с любых акцессорных U-Th минералов, размером не менее 5–10 мкм, то есть не менее толщины электронного пучка. К сожалению, основная масса публикаций по химическому датированию сфокусирована на монаците, который часто встречается в магматических, метаморфических и осадочных породах и только некоторые исследователи для этого используют уранинит. Теоретическое обоснование химического датирования с помощью микроанализатора приведено в первых публикациях по данной теме [Bowles, 1990; Suzuki, Adachi, 1991 и др.]. Основным постулатом данного метода считается, что весь свинец в минерале является радиогенным, образованным за счет распада тория и урана, а также, что минерал

в процессе эволюции не терял радиогенный свинец, т.е. Th-U-Pb система в минерале оставалась закрытой. Программа расчета химического датирования была поставлена в Институте геологии и геохимии УрО РАН в качестве приложения к микроанализатору Cameca SX-100, и обсчет полученных результатов производился на ней.

Расчитанный химический возраст уранинита из граносиенитов Шаимского района попадает в достаточно узкий интервал 294 ± 8 и 302 ± 8 млн лет. Если учесть, что наиболее древняя цифра обычно принимается за время образования минерала или породы, то полученный возраст 302 ± 8 млн лет идеально согласуется с имеющимися датировками цирконов (301.6 ± 3.6 млн лет) из этой же породы [Иванов и др., 2008].

Таким образом, впервые в гранитоидах Шаимского нефтегазоносного района был обнаружен уранинит и для него был установлен возраст с использованием методики химического датирования. Полученный возраст (в пределах верхнего карбона) идеально согласуется с уже имеющимися датировками цирконов (301.6 ± 3.6 млн лет) из этого же граносиенита [Иванов и др., 2008]. Наличие акцессорного уранинита в ассоциации с монацитом, цирконом, торитом, апатитом и редкоземельным карбонатом позволяет предполагать редкоземельно-урановую специализацию гранитоидов из «гранито-сланцевой оси» Шаимского района.

Работа выполнена в рамках программы РАН 20 «Создание и совершенствование методов химического анализа», междисциплинарного проекта УрО РАН «Состав, структура и физика радиационно-термических эффектов в фосфатных и силикатных минералах и стеклах», а также при частичной поддержке грантов РФФИ 08-05-00019, 09-05-00026.

Литература

Иванов К. С., Ерохин Ю. В., Федоров Ю. Н., Пономарев В. С. Вещественный состав плутонов «гранито-сланцевой оси» (Шаимский район, Западная Сибирь) // Эндогенное оруденение в подвижных поясах. XIII Чтения А. Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2007. С. 9–13.

Иванов К. С., Пономарев В. С., Ерохин Ю. В. Первые результаты U-Pb датирования гранитоидов из фундамента Шаимского района (Западная Сибирь) // Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности. Всероссийская научная конференция. Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2008. С. 93–95.

Bowles J. F. W. Age dating of individual grains of uraninite in rocks from electron microprobe analyses // Chemical Geology. 1990. Vol. 83. P. 47–53.

Evins L. Z., Jensen K. A., Ewing R. C. Uraninite recrystallization and Pb loss in the Oklo and Bangombé natural fission reactors, Gabon // Geochimica et Cosmochimica Acta. Vol. 69. № 6. P. 1589–1606.

Kempe U. Precise electron microprobe age determination in altered uraninite: consequences on the intrusion age and the metallogenic significance of the Kirchberg granite (Erzgebirge, Germany) // Contrib. Mineral Petrol. 2003. Vol. 145. P. 107–118.

Suzuki K., Adachi M. Precambrian provenance and Silurian metamorphism of the Tsubonosawa paragneiss in the South Kitakami terrain, Northeast Japan, revealed by the chemical Th-U-total Pb isochron ages of monazite, zircon and xenotime // Geochemical Journal. 1991. Vol. 25. P. 357–376.